

## FR2755262

Publication Title:

Method and programmer for intermittently heating building

Abstract:

Abstract of FR2755262

The intermittent heating method implies the determination, following a period on non-occupation of the building, of the time instant for starting the heating system so that a target internal temperature is attained at the commencement of the period of occupation. The method establishes an adaptive and predictive internal model (2) of the building fabric in response to exterior temperatures  $T_{ext}(t)$  and the heating power ( $U_t$ ). The internal temperature of the building is measured. This measured temperature ( $T_{mes}$ ) is compared with the internal temperature ( $T_{mod}$ ) indicated by the model (2) and the latter is modified so as to reduce the difference ( $e$ ) between the two compared values. The predictive model (2) has for adaptable parameters the static gain and time constants and modifies these parameters so as to reduce the difference ( $e$ ) between compared values. The programmer includes a predictive and adaptive model (2) of the building fabric, a comparator (3), and an adaptive algorithm (4) for the model so as to reduce the difference ( $e$ ) between compared values. The model is provided with an outside temperature extrapolator.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----  
Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 755 262

⑫ N° d'enregistrement national : 96 13366

⑬ Int Cl : G 05 D 23/19, G 05 B 13/04

⑭

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 31.10.96.

⑯ Priorité :

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 30.04.98 Bulletin 98/18.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑳ Demandeur(s) : GAZ DE FRANCE EtabliSS  
PUBLIC A CARACT IND ET COMMERC — FR.

㉑ Inventeur(s) : GUILLERMINET SYLVAIN et  
DUBURCQ STEPHANE.

㉒ Titulaire(s) :

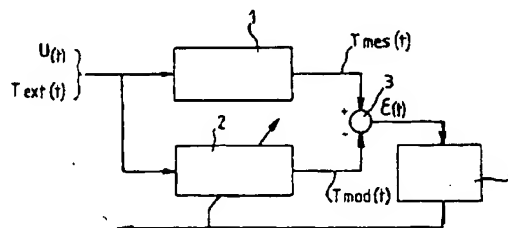
㉓ Mandataire : CABINET WEINSTEIN.

㉔ PROCÉDE DE PROGRAMMATION DU CHAUFFAGE INTERMITTENT D'UN BATIMENT ET PROGRAMMATEUR POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCÉDE.

㉕ L'invention concerne un procédé de programmation du chauffage intermittent d'un bâtiment.

Le procédé implique la détermination, à la suite d'une période de non occupation du bâtiment, de l'instant de temps auquel il convient de relancer le chauffage pour qu'une température interne souhaitée soit atteinte juste au début de la période d'occupation suivante. Le procédé est caractérisé en ce que l'on établit un modèle prédictif et adaptif interne (2) du comportement du bâtiment en réponse à des températures extérieures  $T_{ext}(t)$  et des puissances de chauffage ( $U(t)$ ), que l'on mesure la température interne du bâtiment, compare à cette température mesurée ( $T_{mes}$ ) la température interne ( $T_{mod}$ ) indiquée par le modèle (2) et adapte ce dernier dans le sens d'une réduction des écarts ( $\epsilon$ ) entre les valeurs comparées.

L'invention est utilisable pour la programmation du chauffage de bâtiments.



FR 2 755 262 - A1



L'invention concerne un procédé de programmation du chauffage intermittent d'un bâtiment et un programmeur pour la mise en oeuvre de ce procédé.

On connaît déjà des procédés et programmeur de ce type, qui impliquent la détermination, à la suite d'une période de non-occupation du bâtiment, de l'instant de temps auquel il convient de relancer le chauffage pour que la température souhaitée soit atteinte juste au début de la période d'occupation suivante.

Ces procédés et programmeurs connus présentent l'inconvénient qu'ils déterminent l'instant de relance en fonction de la température extérieure, mais ne se recalent pas automatiquement en fonction des caractéristiques du bâtiment. Ainsi, si le bâtiment sur lequel le programmeur est installé, est légèrement modifié, par exemple par la réalisation d'une fenêtre ou l'ajout d'un isolant, l'adaptation des paramètres du programme, nécessaire à la relance et à la régulation exige l'intervention d'un spécialiste, ce qui implique une phase plus ou moins longue au cours de laquelle le système de chauffage n'est pas adapté et n'assure pas aux occupants du bâtiment le confort approprié.

La présente invention a pour but de proposer un procédé et un agencement programmeur qui pallie les inconvénients qui viennent d'être énoncés.

Pour atteindre ce but, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que l'on établit un modèle prédictif et adaptatif interne, conçu pour reproduire le comportement du bâtiment réel, mesure la température interne du bâtiment, compare à cette température mesurée la température correspondante indiquée par le modèle ou adapte le modèle dans le sens de la réduction des écarts entre les valeurs comparées.

Le programmeur selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend un modèle prédictif adaptatif du comportement du bâtiment, un comparateur des valeurs mesurées et établies par le modèle, des moyens d'algorithme

X

d'adaptation du modèle pour réduire l'écart entre les valeurs comparées.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci  
5 apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

10 - La figure 1 illustre le fonctionnement d'un système de chauffage pourvu d'un programmateur d'intermittence selon la présente invention ;

- La figure 2 montre, sous forme d'un schéma-bloc, un programmateur prédictif et adaptatif selon la présente  
15 invention, et

- La figure 3 illustre la programmation d'un système de chauffage équipé d'un programmateur selon l'invention.

L'invention concerne un programmateur d'intermittence permettant d'optimiser la consommation d'énergie dans des  
20 bâtiments occupés de manière discontinue, en réduisant l'apport de chaleur pendant les périodes d'inoccupation.

Comme le montre la figure 1, le programmateur d'intermittence se caractérise par quatre modes, à savoir un mode de régulation haute A pendant la période d'occupation  
25 afin de respecter une température de confort  $T_c$  régulée autour de la température de consigne, un mode d'arrêt B, le cas échéant un mode de régulation C autour d'une température basse "hors-gel", et un mode de relance D pour une durée la plus courte possible précédant une nouvelle période  
30 d'occupation A. L'objectif de cette phase de relance est d'atteindre la température de confort  $T_c$  juste au début de la période d'occupation.

Sur la figure 1, la relance est déclenchée au temps  $t_r$  et la température de confort  $T_c$  est atteint correctement, au  
35 début d'occupation désigné par le temps  $t_o$ . Cette figure illustre en outre l'importance de la détermination de l'instant de temps de relance  $t_r$  dans la mesure où des

X

courbes indiquées en traits interrompus indiquent des relances non retenues car anticipées. On constate que ces courbes atteignent la température de confort  $T_c$  avant le début d'occupation  $t_0$ .

5 L'invention propose un programmeur qui permet de déterminer correctement l'instant de temps de relance  $t_r$ . Ce but est atteint grâce à un programmeur tel que représenté sur la figure 2.

10 Sur cette figure, le bloc 1 indique le processus réel déterminant la relation entre la température mesurée  $T_{mes}(t)$  à un instant de temps  $t$  en fonction de la commande du circuit de chauffage  $U(t)$  et de la température extérieure  $T_{ext}(t)$  constituant alors deux valeurs d'entrée appliquées au bloc 1. Ces deux valeurs sont également appliquées à l'entrée d'un  
15 bloc 2 représentent un modèle interne, prédictif et adaptif, constituant une représentation du bâtiment considéré et pourvu d'un extrapolateur de la température extérieure. Ce modèle est simplifié par rapport à la réalité. Il est conçu de façon à pouvoir être adapté pendant les phases  
20 d'inoccupation pour recalibrer ses paramètres, à savoir le gain statique et les constantes de temps, afin de reproduire fidèlement le comportement du bâtiment réel. C'est ce modèle qui permet de calculer l'instant de relance  $t_r$ .

L'adaptation du modèle se fait par comparaison en 3 des  
25 températures mesurées  $t_{mes}(t)$  du processus réel et des températures en sortie  $t_{mod}(t)$  calculées par le modèle et à l'aide d'un algorithme d'adaptation indiqué en 4 qui agit sur le modèle de façon que l'écart  $\varepsilon(t)$  à la sortie du comparateur 3 devienne nul. Les paramètres estimés sont aussi  
30 envoyés dans une mémoire comme l'indique la ligne fléchée. Les valeurs d'entrée sont également sauvegardées. Dès que la convergence entre le processus réel et le modèle est assurée, l'algorithme n'adaptera plus le modèle, mais continuera de vérifier l'adéquation entre le modèle et le processus réel.

35 Il ressort de la description qui vient d'être faite, que le programmeur, grâce au modèle selon l'invention, se recalcule au cours de son utilisation. Par exemple, si le

X

bâtiment, sur lequel le programmeur est installé, est légèrement modifié, par exemple à la suite de la réalisation d'une fenêtre ou de l'ajout d'un isolant, cette modification apportée au bâtiment se manifestera sous forme d'écart  $\varepsilon(t)$  entre le modèle et le processus réel aux entrées du comparateur 3. L'algorithme d'adaptation 4 modifiera les paramètres du modèle jusqu'à ce que l'écart  $\varepsilon$  devienne à nouveau zéro pour rétablir la convergence entre le processus réel et le modèle.

Par conséquent, grâce au modèle interne, avec l'extrapolateur des températures extérieures, le programmeur selon l'invention est en mesure de prédire le comportement du système jusqu'à l'instant de temps de la prochaine occupation en relançant à pleine puissance. Si selon la prédiction on atteint la température de confort  $T_c$  avant le temps d'occupation  $t_0$ , on ne relance pas. Par contre si la prédiction indique que cette température  $T_c$  sera atteinte, on relance, conformément à la figure 1. Lorsque l'instant de relance est ainsi déterminé, la courbe optimale théorique est mémorisée et devient la courbe de consigne à suivre. On déclenche alors seulement une régulation prédictive qui va essayer de suivre cette courbe. En effet, lorsque l'on a atteint l'état de convergence entre le modèle et le processus réel, l'algorithme cesse l'adaptation, mais continue de surveiller l'écart entre le modèle et la réalité afin de détecter toute évolution de l'installation. Par conséquent, conformément à l'invention, dans un même programmeur, on associe une régulation en boucle fermée et une phase de relance adaptative et prédictive en utilisant la même structure de modèle.

Une autre spécificité de l'invention est de travailler avec un double jeu de paramètres pour pallier la simplicité du modèle. En effet, un bâtiment est une structure complexe qui possède notamment plusieurs constantes de temps. Ainsi lorsqu'on arrête de chauffer pendant un moment assez long, on refroidit l'air mais aussi les murs. Pour prendre en compte ces phénomènes, le programmeur selon l'invention garde un jeu



de paramètres pour les relances après un arrêt relativement court et un jeu pour les relances après un arrêt plus prolongé. Ce principe est illustré sur la figure 3. C'est le cas d'un fonctionnement classique de bureau : la semaine le bâtiment est occupé dans la journée et la phase d'inoccupation  $P_s$  est relativement courte, tandis que le week-end constitue une période d'inoccupation  $P_w$  relativement longue. A la fin du week-end, la relance  $R_w$  se fait avec le jeu des paramètres de week-end, qui seront identifiés à la fin de cette relance au temps indiqué par un cercle noir. Ces paramètres sont sauvegardés dans une mémoire et ne seront réutilisés que lors du week-end suivant. Pour la relance du mardi matin indiqué par  $R_m$  on utilise les paramètres qui ont été calculés après la relance du vendredi précédent indiqué par  $R_v$ . A la fin de cette relance, on a fait tourner l'algorithme et identifié les paramètres au temps indiqué par un cercle blanc. Ces paramètres ont été sauvegardés pour pouvoir être utilisé pour la relance du mardi  $R_m$ . Pour les relances jusqu'au vendredi matin, on utilise chaque fois les paramètres tels qu'ils ont été identifiés à la fin de chaque relance du matin précédant par exemple au temps indiqué par un cercle blanc.

Par conséquent les paramètres après un "long" arrêt sont sauvegardés dans une mémoire le matin à la fin de la relance, après avoir été adaptés, et ne sont réutilisés que pour la relance suivant le prochain long arrêt. Les paramètres après un arrêt d'une nuit sont sauvegardés après l'adaptation précédant un long arrêt et ne sont réutilisés que le lendemain de la reprise après le long arrêt. Ils sont réactualisés chaque fois qu'on effectue une relance après un arrêt court si cela est nécessaire.

Il ressort de la description de l'invention, qui précède, que conformément à l'invention et grâce à l'utilisation du modèle adaptatif et prédictif, le système de chauffage du bâtiment s'adapte automatiquement aux conditions imposées par la structure du bâtiment et les modes d'occupation de celui-ci, sans qu'une intervention d'un

spécialiste soit nécessaire pour rerégler le système en fonction de nouvelles données. Il est encore à noter que, selon l'invention, la phase de relance ne se passe pas à pleine puissance, mais on détermine une courbe de relance

5 théorique autour de laquelle on va réguler en boucle fermée.

**X**



### REVENDICATIONS

1. Procédé de programmation du chauffage intermittent d'un bâtiment, qui implique la détermination, à la suite d'une période de non occupation du bâtiment, de l'instant de temps auquel il convient de relancer le chauffage pour qu'une  
5 température interne souhaitée soit atteinte juste au début de la période d'occupation suivante, caractérisée en ce que l'on établit un modèle prédictif et adaptif interne (2) du comportement du bâtiment en réponse à des températures extérieures  $T_{ext}(t)$  et des puissances de chauffage ( $U_t$ ), que  
10 l'on mesure la température interne du bâtiment, compare à cette température mesurée ( $T_{mes}$ ) la température interne ( $T_{mod}$ ) indiquée par le modèle (2) et adapte ce dernier dans le sens d'une réduction des écarts ( $\varepsilon$ ) entre les valeurs comparées.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise un modèle prédictif adaptif (2) ayant pour paramètres adaptables le gain statique et des constantes de temps et adapte ces paramètres dans le sens d'une réduction des écarts ( $\varepsilon$ ) entre les valeurs comparées précitées.
- 20 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les paramètres sont adaptés pendant les phases d'inoccupation par un algorithme d'adaptation (4).
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on amène l'algorithme d'adaptation précité (4) à cesser  
25 l'adaptation du modèle lorsqu'une convergence est assurée entre les valeurs comparées (en 3), mais à continuer à vérifier cette convergence entre le modèle (2) et le processus réel (1).
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les paramètres du modèle ayant servi à  
30 une relance sont sauvegardés pour être utilisés pour la relance suivante.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on sauvegarde un jeu de paramètres pour des relances

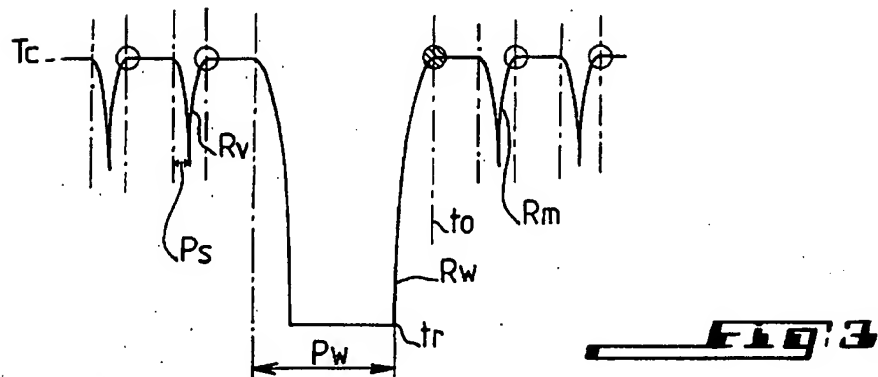
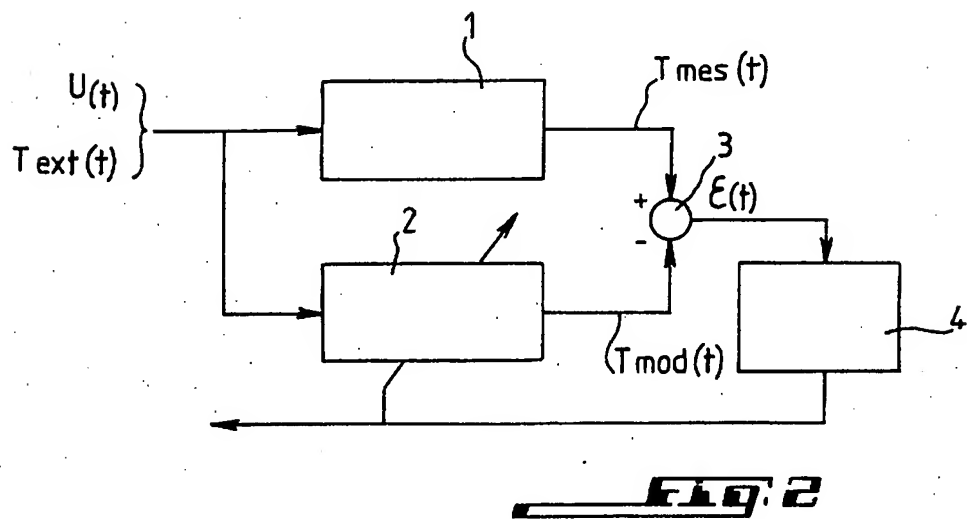
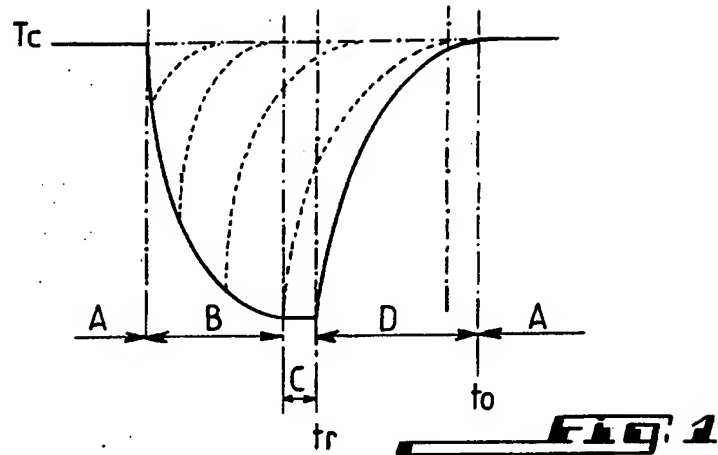


après une période d'inoccupation relativement courte et un jeu de paramètres pour des relances après une période d'inoccupation plus longue.

5 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le modèle prédictif et adaptif précité (2) sert pour la régulation de la température interne pendant les périodes d'occupation et les relances de chauffage.

10 8. Programmeur pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un modèle prédictif et adaptif (2) du comportement du bâtiment, un comparateur (3) des valeurs mesurées est établi par le modèle, un algorithme d'adaptation (4) du modèle pour réduire l'écart (8) entre les valeurs comparées, le modèle étant pourvu d'un extrapolateur de température  
15 extérieure.

X



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |   |
| X  | US 5 115 967 A (GILBERT L. WEDEKIND)<br>* abrégé *<br>* colonne 3, ligne 23 - colonne 12, ligne<br>48; figures 1-3,5 *  | 1-8   |
| X  | US 5 555 927 A (DIPAK J. SHAH)<br>* abrégé *<br>* colonne 2, ligne 47 - colonne 7, ligne 2<br>*<br>* colonne 7, ligne 22 - colonne 8, ligne<br>15 *<br>* colonne 13, ligne 21 - colonne 15, ligne<br>7; figures 1-4 * | 1-8   |
| X<br>A   | EP 0 249 531 A (COMPAGNIE GENERALE<br>D'ELECTRICITE)<br>* abrégé *<br>* page 2, ligne 21-35 *<br>* page 3, ligne 7 - page 9, ligne 12;<br>figures 1,2 *   | 1-7<br>8  |
| X  | US 4 516 720 A (JAMES E. CHAPLIN)<br>* abrégé *<br>* colonne 5, ligne 60 - colonne 7, ligne<br>50; figures 3-7 *  | 1,2,8   |
| A  | GB 2 042 222 A (ELEKTROWATT AG)<br>* abrégé *<br>* page 3, ligne 5 - page 4, ligne 64;<br>figures 1-4 *   | 1-8   |
| A  | EP 0 013 287 A (LGZ LANDIS & GYR ZUG AG)<br>* abrégé *<br>* page 2, ligne 24 - page 11, ligne 35;<br>figures 1,2 *  | 1-8   |
| A  | EP 0 584 852 A (SCHLUMBERGER INDUSTRIES)<br>* le document en entier *   | 1,8   |
| -/--   |   |   |
| Date d'achèvement de la recherche  |   | Examinateur   |
| 14 Août 1997   |   | Beitner, M  |
| <b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un<br>autre document de la même catégorie<br>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication<br>ou arrière-plan technologique général<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire<br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure<br>à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date<br>de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |   |



| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée |
|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes                            |   |
| A  | DE 37 32 833 A (SIEMENS AG)<br>* le document en entier *  | 1,8   |
| A  | DE 36 20 929 A (CENTRA-BÜRKLE GMBH)<br>* abrégé *<br>* page 7, ligne 16 - page 11, ligne 21;<br>figures 1,2 * | 1,8   |
| A  | EP 0 202 787 A (HONEYWELL INC.)<br>* le document en entier *  | 1,5-8   |
|  |   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.CL.6)              |
|  |   |   |
| Date d'achèvement de la recherche  |   | Examinateur   |
| 14 Août 1997   |   | Beitner, M  |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |   |   |

1  
EPO FORM 1503 01.82 (P/C13)

